

Verfahren und Vorrichtung zum Konditionieren eines Abkühlprozessbereiches zur Verringerung von Korrosion.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Konditionieren wenigstens eines Teilbereichs eines Abkühlprozessbereichs.

5

Zum Herstellen von Flachglas ist ein als „Float-Glass“-Verfahren bezeichneter Herstellungsprozess aus der Praxis bekannt. Dabei wird zunächst kontinuierlich Glasschmelze durch Schmelzen eines Gemenges aus mineralischen Glasrohstoffen, die typischerweise außer SiO_2 auch Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O und
10 mitunter auch noch Fe_2O_3 und TiO_2 oder SO_3 umfassen, in einer beheizten Glaswanne oder einem Schmelzofen erzeugt. Die Glasschmelze wird auf ein Zinnbad aus flüssigem Zinn ausgegossen und breitet sich unter Einwirkung der Schwerkraft und der Oberflächenkräfte in Form eines Glasbandes oder eines Glasfilmes auf dem Zinnbad gleichmäßig aus und schwebt („float“) dabei auf
15 dem flüssigen Metall. Diese Zone heißt deshalb auch „float zone“. Die Temperatur auf dem Zinnbad beträgt zunächst typischerweise etwa 1000 °C. Anschließend wird das Glasband noch auf dem Zinnbad auf etwa 600 °C bis 700 °C abgekühlt und dabei mittels am Rand angeordneter Walzen vom Zinnbad abgezogen.

20

Das abgezogene Glasband wird anschließend über ein Transportband durch eine Abkühlanlage, die einen Kühlofen und eine Kühlstrecke umfasst und im Englischen „Annealing lehr“ genannt wird, transportiert. In der Abkühlanlage wird eine gezielte, vergleichsweise langsame Abkühlung des Glases zur Vermeidung thermisch bedingter innerer Spannungen im Glas vorgenommen, auch als
25 „Annealing“ bezeichnet. Normalerweise würde nämlich das Glasband an den Flachseiten schneller auskühlen als im Innern und die durch diese hohen Temperaturgradienten bewirkten Spannungen im Glas würden zu Sprüngen oder Brüchen des Glasbandes führen vor allem beim späteren Schneiden in einzelne
30 Scheiben. Beim Annealing wird nun ein mittels Temperatursensoren und Reglern geregelter Temperaturverlauf genau eingehalten, durch den vor allem die Temperaturgradienten im Glasband gering gehalten werden und Entspannungsprozesse im Glas ablaufen können. So wird typischerweise das Glas auf eine

sogenannte Annealing-Temperatur herabgekühlt und dann für eine bestimmte Zeitdauer auf dieser Temperatur gehalten, wobei die Zeitdauer von dem Glastype, der Glasdicke, dem thermischen Ausdehnungskoeffizienten und der erwünschten Restspannung abhängt. Bei dieser Annealing-Temperatur finden Relaxationsprozesse im Glas statt zur Reduzierung der inneren Spannungen. Danach wird das Glas weiter herabgekühlt mit einem vorgegebenen Temperaturgradienten. Nach Durchlaufen der Kühlstrecke werden einzelne Flachglaseinheiten von dem durchlaufenden Glasband abgetrennt und dann in einem Lager gelagert vor einer Weiterverarbeitung oder einem Transport. Der gesamte beschriebene Float-Glass-Prozess erfolgt in der Praxis kontinuierlich, d.h. es wird kontinuierlich das Glasband vom Zinnbad abgezogen und entsprechend Glasmenge und daraus erzeugte Glasschmelze nachgeführt.

Beim Glasschmelzprozess bilden sich die Gläser bei den hohen Schmelztemperaturen in der Glaswanne durch die Gemengereaktion aus den Ausgangssubstanzen. Diesen Prozess nennt man auch Rauschmelze. Nach Beendigung der Rauschmelze liegt eine sehr inhomogene Schmelze vor, bei der die auftretenden SiO_2 -Konzentrationen als Hauptbestandteil des Glases von Sättigungskonzentration bis wenigstens zur gewünschten Konzentration reichen und zudem die Schmelze stark mit Blasen durchsetzt ist, die Reaktionsgase und eingeschlossene Hohlraumgase, insbesondere Luft oder Wasserdampf, enthalten. Deshalb werden in der sogenannten Blankschmelze die entstandenen Blasen in einem Läuterungsprozess ausgetrieben, insbesondere unter Einsatz geeigneter Läutermittel zum Realisieren der während der Läuterung notwendigen Gasübersättigung, und dann ein Abstehen der Schmelze unter einer Homogenisierung durchgeführt. Am Ende des Absteheprozesses wird die Schmelze auf das Zinnbad ausgegossen und bildet das Glasband.

Aus EP 1 285 887 A2 ist ein „Float-Glass“-Verfahren bekannt, bei dem in einer Schmelzzone eines Glasschmelzofens durch die Verbrennung von Brennstoff und sauerstoffangereichertem Oxidationsgas (oder: gasförmigem Oxidationsmittel) mit mindestens 80 Vol.-% Sauerstoff in Brennern Wärme erzeugt wird, um aus Glasrohstoffen geschmolzenes Glas zu erzeugen. Als typische Brenn-

stoffe werden Methan, Propan, Öl und Wasserstoff angegeben. Das geschmolzene Glas wird auf die Oberfläche eines geschmolzenen Metalls, typischerweise geschmolzenen Zinns, in einer Wanne aufgebracht, breitet sich dort aus und formt dabei eine Scheibe oder Platte aus Glas (Flachglas). Dann wird das flache
5 Glas in eine nicht befeuerte Läuterzone oder Blankschmelzenzone („refining zone“) gebracht und dort ohne Verbrennung von Brennstoff und Oxidationsmittel abgekühlt. Gegenüber der Verbrennung mit Luft mit typischerweise 20 bis 21 Vol.-% Sauerstoff hat die Verwendung von sauerstoffangereichertem Brenngas den Vorteil, dass ein größerer Wirkungsgrad, verbesserte Läuterreaktionen, höhere Temperaturen, ein niedrigeres Gasvolumen und eine geringere
10 Bildung von Teilchen und Stickoxiden erreicht wird. Allerdings steigt die Konzentration von Wasserdampf in der Atmosphäre eines mit sauerstoffangereichertem Oxidationsgas befeuerten Glasschmelzofens auf 50 bis 65 Vol.-% im Vergleich zu 15 bis 20 Vol.-% in einem Ofen, der mit einem Luft-Brennstoff-
15 Gemisch befeuert wird. Es wird nun in *EP 1 285 887 A2* beschrieben, dass dieser höherer Wasserdampfdruck in der Atmosphäre bewirkt, dass beim Läuterprozess gebildete kleine mit Wasserdampf gefüllte Gasblasen sich nicht auflösen und im Endprodukt verbleiben, so dass ein höherer Ausschuss zu beobachten sei.

20 Als mögliche Lösung dieses Problems wird in *EP 1 285 887 A2* angedacht, den Partialdruck des Wassers an der Glasoberfläche in den Gebieten, in denen die kleinen Gasblasen desorbiert werden müssen, zu reduzieren, indem Luft in den Ofen nahe dessen Ausgang geblasen wird, um die Konzentration von Verbrennungsprodukten und damit insbesondere auch Wasser an der Glasoberfläche zu
25 reduzieren. Jedoch werden einige Nachteile dieser potentiellen Lösung angegeben, insbesondere die Reduktion im Energiewirkungsgrad, der Anstieg von Stickoxidemissionen und auch der Anstieg von Gasvolumen, das den Ofen verlässt.

30 Als bessere Lösung wird deshalb in *EP 1 285 887 A2* vorgeschlagen, einen Teil des Oxidationsgases vor der Verbrennung durch die Läuterzone oder im Bereich nahe des Ausgangs des Ofens zu leiten und zwar mit einer ausreichend

geringen Geschwindigkeit unter 16,6 m/s, um eine Mischung des Oxidationsgases mit darüber liegenden Gasen zu vermeiden. Der durchgeleitete Gasstrom des Oxidationsgases erniedrigt den Wasserdampfanteil in der Atmosphäre an der Oberfläche des geschmolzenen Glases in der Läuterzone auf weniger als 25 Vol.-%. Es wird in *EP 1 285 887 A2* auch ausgeführt, dass anstelle des Oxidationsgases jedes andere trockene Gas, das nicht chemisch mit dem Glas reagiert, zum Entfernen von Wasserdampf verwendet werden könnte, insbesondere Luft, Brennstoffgas oder Kohlendioxid.

10 Aus der weiteren Druckschrift *EP 1 206 422 B1* ist ein Kühlofen oder Tunnelofen zum thermischen Annealing oder zur spannungsarmen Abkühlung von Flachglas bekannt, bei dem ein Glasband nacheinander durch drei Kühlzonen, eine Vorkühlzone (A), eine Kühlzone (B) und eine Nachkühlzone (C), geführt wird. In jeder dieser Kühlzonen ist eine Gruppe von Kühlluft-Wärmetauschern
15 angeordnet, die durch Strahlungswärmeaustausch das durchlaufende Glasband kühlen. Durch Messen der Temperatur und Steuern der durch die Wärmetauscher strömenden Kühlluft wird die Temperatur in den einzelnen Kühlzonen geregelt, so dass sich ein flacher räumlicher negativer Temperaturgradient in der Transportrichtung ergibt von einer Anfangstemperatur von etwa 600 °C bis
20 zu einer Temperatur von etwa 360 °C, wobei der Temperaturgradient in der Vorkühlzone betragsmäßig geringer ist als in der Kühlzone und in der Nachkühlzone. Nach der Nachkühlzone ist eine Kühlstrecke mit weiteren Kühlzonen (D und F) vorgesehen, in denen durch direkte Kühlung durch Luftkonvektion das Glas weiter abgekühlt wird bis auf eine Umgebungstemperatur. Während
25 also im Kühlofen oder Tunnelofen Umgebungsluft nur als mittelbares Kühlmedium über die Wärmetauscher und die Kühlung über Austausch von Wärmestrahlung geschieht, ist in der nachgeschalteten Kühlstrecke, die bei der *EP 1 206 422 B1* den beiden letzten Zonen (D, F) entspricht, Umgebungsluft als direktes Kühlmedium vorgesehen, das unmittelbar auf das Glasband geleitet wird.

30 Nun gibt es in den Zwischenzonen (X und Y) zwischen den Hauptzonen (A, B, C) Bereiche, in denen sich das Glas in unerwünschter Weise wieder aufheizen kann, also ein positiver Temperaturgradient auftreten kann. Zur Vermeidung dieses Problems wird eine sich über den gesamten Kühlofen erstreckende Wär-

metauschereinheit vorgeschlagen, die auch die Zwischenzonen erfasst. In der Wärmetauschereinheit sind Auslässe zum Auslassen von warmer Luft zum Regeln der Temperatur vorgesehen sowie auch Ventile zum Steuern der Menge der zugeleiteten Umgebungsluft.

5

Auf der Internetseite www.energie-industrie.de vom 18.03.2003 ist eine Methode zur Energierückgewinnung oder Abwärmenutzung bei fossilbeheizten Glasschmelzwannen in einem Werk der Schott Glas in Mainz bekannt. In einem ersten Schritt wird in den Verbrennungsgasen enthaltene, nicht genutzte Wärme
10 als heißer Abgasstrom der Glaswannen zur Verbrennungsluftvorwärmung benutzt. In einem zweiten Schritt wird die dann noch enthaltene Wärmeenergie zur Heißwassererzeugung herangezogen, wodurch der gesamte Wärmebedarf zur Raumheizung und Warmwasserbereitung des Werkes gedeckt wird. Da der Wärmebedarf witterungsbedingt zum Sommer hin geringer wird, jedoch der
15 Klimakältebedarf gleichzeitig ansteigt, wird ausgeführt, dass sich die Nutzung der Wärme zur Klimakälteerzeugung mittels Absorptionskältemaschinen anbietet. Es sind dazu drei Lithiumbromid - Absorptionskältemaschinen im Einsatz, die ab einer Außentemperatur von 0 °C mit einer Maschine in Betrieb gehen und ab 26 °C mit allen drei Maschinen laufen.

20

Auf derselben Internetseite ist eine weitere Methode zur Nutzung der beim Glasschmelzprozess entstehenden Abwärme der Firma Hermann Heye, Germersheim, beschrieben. Auch hier wird ein Teil der Abwärme genutzt, um die Verbrennungsluft vorzuwärmen mittels eines zweistufigen Rekuperators. Die
25 Umgebungsluft wird von Umgebungstemperatur auf ca. 800 °C vorgewärmt und dann der Verbrennung zugeführt. Die verbleibende Restwärme wird mit einer Temperatur von ca. 730 °C einer Kesselanlage zugeführt, in der Dampf erzeugt wird, der in einer Kondensationsturbine in elektrische Energie umgewandelt wird. Dadurch wird Eigenstrom für das Werk erzeugt. Das restliche Abgas, das
30 noch eine Temperatur von ca. 145 °C besitzt, gelangt über eine Filteranlage in den Kamin.

Ein in der Praxis bekanntes Problem ist die unterschiedliche Qualität der Oberflächen des mit dem „Float-Glass“-Prozess hergestellten Flachglases, wobei im Sommer eine schlechtere Qualität und ein höherer Ausschuss auftritt als im Winter. Qualitätsprobleme verursachen insbesondere die Ausbildung einer für
5 die Weiterverarbeitung, insbesondere Veredelung oder Beschichtung des Glases, störenden Gelschicht mit einer silicaähnlichen Zusammensetzung sowie die Auslaugung und Korrosion der Glasoberfläche. Diese Oberflächenprobleme treten hauptsächlich auf der Atmosphärenseite der Glasscheibe, also der Seite, die im Zinnbad nicht dem Zinn zugewandt war, auf. Die genannten verschiedene
10 Phänomene werden in der vorliegenden Anmeldung unter dem einheitlichen Begriff der Korrosion zusammengefasst, der alle physikalischen oder chemischen Prozesse umfassen soll, die die Glasoberfläche in ihrer Struktur oder Zusammensetzung durch Reaktion mit der angrenzenden Atmosphäre verändern.

15 Neben den Reaktionen mit den Atmosphärengasen Sauerstoff, Stickstoff und Kohlendioxid ist besonders die Reaktion des Glases mit Wasser aus der Atmosphäre relevant. Nach heutigen Erkenntnissen führt der mit dem Glas an der Glasoberfläche reagierende Wasserdampf zu einer Erhöhung der Alkalimetal-
20 lionenkonzentration an der Oberfläche des Glases und zur Bildung entsprechender Alkalhydroxide oder -laugen, die das Glas angreifen (auslaugen). Ferner entstehen sogenannte Silanol-Gruppen, die die optischen und mechanischen Eigenschaften des Glases verändern, insbesondere eine Verfärbung verursachen und das Glas an der Oberfläche weicher machen als im Inneren der Glasschei-
25 be, weshalb man auch von einer Gelschicht spricht. Die genauen chemischen und physikalischen Abläufe der Glaskorrosion sind noch nicht vollständig aufgeklärt.

Die Glaskorrosion hat eine Reihe gravierender Nachteile. So können beim
30 Handhaben der Glasscheiben im Lager durch Sauger Saugerabdrücke an der Gelschicht der Glasscheibenoberflächen entstehen. Ferner entsteht bei der Lagerung der Glasscheiben durch Luftfeuchtigkeit und Kondensation von Wasser auf den Oberflächen des Glases eine Korrosions- und Gelschicht eines solchen

Ausmaßes, dass sogar aneinanderliegende Scheiben in Scheibenstapeln miteinander quasi verkleben können. In den Lagern achtet man deshalb darauf, die Glasscheiben in den Stapeln zu beabstanden mit Hilfe von Abstandhaltern, die Luft zwischen den Glasplatten kontinuierlich umzuwälzen und die Temperatur
5 möglichst konstant zu halten in den Lagerräumen sowie die Lagergebäude gegen das Eindringen von feuchter Atmosphäre abzusichern. Ein weiteres Problem der Glaskorrosion ist, dass es zu Fehlern oder mangelhaften Qualitäten bei Beschichtungen oder Veredelungen auf der Gelschicht oder korrodierten Schicht kommen kann.

10

Eine einmal eingetretene Korrosion des Glases ist im Prinzip irreversibel und akkumuliert an der Glasoberfläche und kann nur durch Abtragen der korrodierten Oberflächenschicht beseitigt werden. Die Glasscheiben werden in der Regel beschichtet, wodurch die weitere Glaskorrosion gestoppt werden kann. In der
15 Praxis werden deshalb die Lagerzeit und Transportzeit bis zur Beschichtung des Glases möglichst kurz gehalten oder gleich in einem einzigen Verfahrensprozess durch eine nachgeschaltete Beschichtungsanlage die Beschichtung unmittelbar im Anschluss an den Glasherstellprozess durchgeführt.

20 Das Problem der Korrosion der Glasoberfläche wird in *EP 1 285 887 A2* oder *EP 1 206 422 B1* nicht angesprochen und auch in keiner Weise gelöst.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, mit denen die Korrosion einer Glasoberfläche aufgrund
25 oder in Anwesenheit von Wasserdampf in der an die Oberfläche angrenzenden Atmosphäre reduziert oder hinausgezögert werden kann.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und eine Vorrichtung mit den Merkmalen des An-
30 spruchs 35.

Das Verfahren gemäß Anspruch 1 ist zum Konditionieren wenigstens eines Teilbereichs eines Abkühlprozessbereichs, in dem während eines Abkühlpro-

zesses wenigstens ein in einem Formprozess, vorzugsweise aus einer Schmelze, geformter Formkörper gemäß einem vorgegebenen oder vorgebbaren (räumlichen und/oder zeitlichen) Temperaturverlauf abgekühlt wird, wobei thermisch bedingte mechanische Spannungen im Formkörper gering gehalten werden, geeignet und bestimmt und umfasst die folgenden Verfahrensschritte:

- a) Leiten wenigstens eines Konditioniergases über wenigstens eine im Beisein von Wasser korrodierbare Oberfläche des Formkörpers zumindest während eines Teils des Abkühlprozesses,
- b) Einstellen (oder: Regeln, Steuern) des absoluten Wassergehalts im Konditioniergas (als Konditioniergröße) in einen Bereich bis höchstens einem vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert, und zwar zumindest beim Eintritt des Konditioniergases in den Abkühlprozessbereich und/oder beim Auftreffen des Konditioniergases auf die Oberfläche des Formkörpers.

Die Vorrichtung gemäß Anspruch 35 ist zum Konditionieren wenigstens eines Teilbereichs eines Abkühlprozessbereichs zum Abkühlen wenigstens eines in einem Formprozess, vorzugsweise aus einer Schmelze, geformten Formkörpers gemäß einem vorgegebenen oder vorgebbaren Temperaturverlauf, wobei thermisch bedingte mechanische Spannungen im Formkörper gering gehalten werden, und vorzugsweise auch zum Durchführen eines Verfahrens gemäß der Erfindung geeignet und bestimmt und umfasst wenigstens eine Trocknungseinrichtung zum Trocknen wenigstens eines Konditioniergases auf eine absolute Feuchte von höchstens einem vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwert und wenigstens eine Konditioniergaseinrichtung zum Leiten von getrocknetem Konditioniergas von der wenigstens einen Trocknungseinrichtung zu dem Abkühlprozessbereich.

Die Erfindung beruht auf der überraschenden und neuen Erkenntnis, dass die Glaskorrosion nicht erst im Lager oder beim Transport, sondern bereits in dem Kühlofen und in der Kühlstrecke stattfindet und sogar ein erhebliches Ausmaß annimmt, da beim Abkühlen des Glases durch das Zuführen von Umgebungsluft oft erhebliche Feuchtemengen in den Kühlprozess eingetragen werden, die

zu den Korrosionsproblemen führen. Ausgehend von dieser neuen Erkenntnis beruht die Erfindung weiter auf der Überlegung, beim spannungsarmen Abkühlen des aus der Schmelze erzeugten Glases (Annealing) konditioniertes Gas, insbesondere konditionierte Luft, mit einem absoluten Wassergehalt unterhalb
5 eines vorgegebenen oder vorgebbaren Grenzwertes zuzuführen und dadurch den Wasserdampfanteil an der korrosionsgefährdeten Glasoberfläche gering zu halten. Dadurch kann die Korrosion des Glases deutlich reduziert werden. Der Grenzwert des absoluten Wassergehaltes des Konditioniergases wird dabei vorzugsweise einem gewünschten maximalen Korrosionsgrad oder einer maximal
10 zulässigen Erhöhung des Korrosionsgrades (oder: Zunahme der Korrosion) während des Abkühlprozesses angepasst.

Damit wird ein lange bestehendes Bedürfnis der Fachwelt gelöst, da keine unterschiedlichen Glasqualitäten mehr im Sommer und im Winter auftreten, sondern eine über das gesamte Jahr praktisch gleichbleibende und sogar verbesserte Glasoberflächenqualität hinsichtlich der Korrosion durch Wasser erreicht
15 werden kann. Folgemängel der Glaskorrosion wie Saugerabdrücke oder Beschichtungsfehler werden vermieden oder zumindest reduziert und die Lagerfähigkeit des Glases wird verbessert. Dies ist mit der Konditionierung gemäß der Erfindung möglich, ohne eine Beschichtung auf der Glasoberfläche als Korrosionsschutz aufzubringen. Die Erfindung ist bei allen Glasformkörpern, insbesondere Flachglas und Glashohlkörpern, anwendbar.
20

Die Erfindung beruht weiter auf der Überlegung, dass die Prozesskonditionierung der Oberfläche mit trockenem Konditioniergas nicht nur bei der Glasherstellung, sondern auch beim Herstellen von allen einem Annealing zu unterziehenden Werkstoffen oder Prozessprodukten geeignet ist, die an ihrer Oberfläche ihre Struktur oder Zusammensetzung durch Reaktion mit Wasser in der angrenzenden Atmosphäre verändern, beispielsweise auch Stählen. Der am Ende des Abkühlprozesses oder des Herstellprozesses festzustellende Korrosionsgrad des Prozessproduktes soll also gemäß der Erfindung durch das Konditionieren der Atmosphäre des Prozesses zumindest während eines Teils des Prozesses unterhalb eines vorbestimmten Wertes gehalten werden.
25
30

Vorteilhafte Ausgestaltungen, Weiterbildungen und Anwendungen des Verfahrens und der Vorrichtung ergeben sich aus den vom Anspruch 1 bzw. Anspruch 35 jeweils abhängige Ansprüchen.

- 5 Im Allgemeinen umfasst der Abkühlprozessbereich einen Kühllofen und/oder eine Kühlstrecke und das Konditioniergas wird dann wenigstens in einem Teilbereich des Kühllofens und/oder der Kühlstrecke dem Formkörper zugeführt. Der Bereich innerhalb des Abkühlprozessbereichs, durch den das Konditioniergas geleitet wird, kann von einem oberflächennahen Bereich des
10 Formkörpers einerseits bis zu dem gesamten Abkühlprozessbereich andererseits gewählt werden.

- Als Konditioniergas wird in einer vorteilhaften Ausführungsform Luft oder ein Gas mit einer der Zusammensetzung von Luft wenigstens annähernd entsprechenden Zusammensetzung verwendet, vorzugsweise Umgebungsluft aus
15 einer Umgebung außerhalb des Abkühlprozessbereichs und/oder aus einer Außenumgebung außerhalb eines den Abkühlprozessbereich umgebenden Gebäudes, wobei die Umgebungsluft vorzugsweise angesaugt und dann gefiltert wird. Es kann aber auch ein Konditioniergas mit einer anderen Zusammensetzung verwendet werden, insbesondere ein höherer Anteil von Inertgas, insbesondere Kohlendioxid, Stickstoff oder einem Edelgas, beispielsweise Argon, eingestellt werden, und/oder die Zusammensetzung des Konditioniergases als weitere Konditioniergröße eingestellt oder verändert werden.
20

- 25 Ferner wird vorzugsweise als weitere Konditioniergröße die Reinheit des Konditioniergases, insbesondere durch Filtern, und/oder die Temperatur des Konditioniergases, insbesondere in einem Temperaturbereich zwischen 5°C und einer Prozesstemperatur im Prozessbereich, gesteuert, geregelt oder eingestellt.

30

Die mittlere Strömungsgeschwindigkeit der oder jeder Konditioniergasströmung wird vorzugsweise zwischen etwa 5 m/s und etwa 20 m/s eingestellt

wird. Im Allgemeinen ist die Konditioniergasströmung im Wesentlichen stationär (zeitunabhängig).

In einer Variante wird das Konditioniergas nur einmal im Prozess verwendet
5 wird und nach Verwendung im Prozess an eine Umgebung abgeführt. In einer anderen Variante wird das Konditioniergas in einem Kreislauf geführt und bei jedem Durchlauf nach Verwendung im Prozess getrocknet.

Das Verfahren gemäß der Erfindung wird in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform in einem Verfahren zum Herstellen von Formkörpern eingesetzt
10 oder verwendet, wobei in einem Schmelzprozess wenigstens ein Rohstoff in die Schmelze überführt wird, aus der Schmelze in einem Formprozess wenigstens ein Formkörper geformt wird und diese(r) Formkörper in wenigstens einem Abkühlprozessbereich abgekühlt wird bzw. werden, wobei das Verfahren
15 gemäß der Erfindung zum Konditionieren des Abkühlprozessbereiches wenigstens in einem Teilbereich durchgeführt wird.

Die Formkörper werden vorzugsweise aus Glas hergestellt. Beim Formprozess wird dann vorzugsweise Glasschmelze auf ein flüssiges Trägermedium,
20 insbesondere flüssiges Metall, vorzugsweise Zinn, aufgebracht und es bildet sich ein flacher Formkörper in Form einer Schicht oder eines Bandes aus Glas auf der Oberfläche des flüssigen Trägermediums. Der flache Formkörper wird dann üblicherweise von dem Trägermedium abtransportiert und dem Abkühlprozess oder der Abkühlanlage zugeführt.

25

In einem industriellen Prozess wird vorzugsweise ein kontinuierlicher Formkörper hergestellt oder kontinuierlich aus der Schmelze der Formkörper erzeugt und der Formkörper im Anschluss an den Abkühlprozess in einzelne Formkörper zertrennt oder geteilt.

30

Um den durch die Konditionierung des Abkühlprozessbereichs erreichten niedrigen Korrosionsgrad der Formkörper, insbesondere der Glasformkörper, möglichst bewahren oder konservieren oder zumindest dessen Anstieg begrenzen zu

können, werden in einer besonders bevorzugten Ausführungsform die Formkörper auch nach dem Abkühlen noch weiter mit trockenem Konditioniergas, insbesondere trockener Prozessluft, konditioniert und dadurch vor der Einwirkung von Wasser weitgehend geschützt. Eine solche nachfolgende Konditionierung kann durch Leiten des trockenen Konditioniergases auf oder über die Oberfläche(n) der Formkörper in einem Lager und/oder während eines Transports, beispielsweise in einem Lkw, einem Container oder dergleichen, und/oder vor oder während einer Weiterverarbeitung oder Behandlung der Formkörper, insbesondere Beschichtung, Veredelung und/oder Verarbeitung zu Verbundkörpern, erfolgen.

Eine Konditionierung mit trockenem Konditioniergas ist aber auch vorteilhaft vor dem Abkühlen des Formkörpers, insbesondere beim Formprozess, beim Schmelzprozess und/oder schon bei den Schmelzrohstoffen.

So kann trockenes Konditioniergas für einen Verbrennungsprozess zum Verbrennen, insbesondere Oxidieren, von Brennstoff zum Erhitzen der Rohstoffe beim Schmelzprozess verwendet werden, insbesondere Brennern zum Verbrennen des Brennstoffes zugeleitet werden. Auch unter Berücksichtigung von beim Verbrennungsprozess zusätzlich entstehendem Wasser ist dadurch der Einfluss von Wasser in der Verbrennungsatmosphäre an der Oberfläche der Schmelze oder dem nach und nach aus der Schmelze erstarrenden Formkörper reduziert, wodurch die Materialeigenschaften verbessert werden. Dadurch kann insbesondere die Oberflächenspannung zur Reduzierung von Blasenbildung positiv beeinflusst werden. Zumindest die hinteren Brenner hinter der Schaumgrenze sollten mit trockener Prozessluft gefahren werden. Ferner kann trockenes Konditioniergas über eine Oberfläche der Schmelze und/oder während wenigstens eines Teils des Formprozesses über wenigstens eine Oberfläche des oder der Formkörper(s) geleitet werden. Insbesondere kann das Konditioniergas beim in der eingangs genannten *EP 1 285 887 A2* offenbarten Prozess zum Überströmen des Glasbandes in der Läuterzone des Schmelzofens verwendet werden. Außerdem kann auch trockenes Konditioniergas über oder durch den

oder die Rohstoff(e) oder das Gemenge vor dem Schmelzprozess geleitet werden.

Wenigstens eine Konditioniereinrichtung umfasst vorzugsweise Zuleitmittel
5 zum Zuleiten von Konditioniergas und wenigstens eine in dem Abkühlprozessbereich angeordnete oder mündende Austrittsöffnung als Austritt für das Konditioniergas, wobei die Zuleitmittel mit der wenigstens einen Austrittsöffnung in Strömungsverbindung stehen oder bringbar sind.

10 Da in der Literatur widersprüchliche Terminologien für die physikalischen Größen bei feuchter Luft oder allgemein feuchtem Gas zu finden sind, sei hier nochmals kurz auf die Definitionen und Zusammenhänge im Sinne der vorliegenden Anmeldung eingegangen.

15 Der Wassergehalt des Konditioniergases umfasst im noch nicht gesättigten Zustand im Wesentlichen Wasserdampf (oder: Feuchte, Anteil des Wassers in gasförmigem Zustand) und im übersättigten Zustand zusätzlich auch noch im Konditioniergas mitgeführte oder schwebende Wassertröpfchen (oder: Wasser in flüssiger Form). Bei Sättigung oder dem zugehörigen Sättigungsdruck
20 herrscht bei einer konstanten Temperatur Gleichgewicht zwischen einer Flüssigkeit und ihrem Dampf in einem vorgegebenen beliebigen Volumen.

Der absolute Wasserdampfgehalt oder die Feuchtebeladung X entspricht dem Quotienten aus der im Konditioniergas enthaltenen Masse des Wasserdampfes
25 (Dampfmasse), gemessen beispielsweise in Gramm (g), und der Masse des trockenen restlichen Konditioniergases (Trockengasmasse), üblicherweise angegeben in kg, wobei beide Massen in demselben Gasvolumen, beispielsweise einen Kubikmeter (1 m^3), bei derselben Temperatur und bei demselben Druck bestimmt werden. Der absolute Dampfgehalt oder die Feuchtebeladung X ist also
30 eine dimensionslose Größe.

Der relative Wasserdampfgehalt oder die relative Feuchte ϕ wird bezogen auf den Sättigungszustand und ist definiert als Quotient aus der Partialdichte oder

Konzentration des Wasserdampfes bei der vorgegebenen Temperatur, beispielsweise gemessen in g/m^3 , und der Sättigungspartialdichte des Wasserdampfes, die sich bei Erreichen des Sättigungspartialdruckes des Wassers, also bei Sättigung des Konditioniergases mit Wasser, bei gleicher Temperatur einstellt
5 oder einstellen würde und ebenfalls gemessen wird in g/m^3 . Die relative Feuchte entspricht auch dem Quotienten aus dem aktuellen Dampfpartialdruck und dem Sättigungsdampfpartialdruck. Die relative Feuchte ist dimensionslos und wird üblicherweise in Prozent (%) angegeben, wobei im untersättigten Zustand die relative Feuchte unter 100 % liegt und im gesättigten Zustand 100 % be-
10 trägt. Die relative Feuchte eines Gases, beispielsweise Luft, mit einer vorgegebenen Feuchtebeladung oder absoluten Feuchte nimmt bei gleichem Druck mit steigender Temperatur ab. Bei gleicher relativer Feuchte und gleichem Druck enthält das Gas bei der höheren Temperatur absolut mehr Feuchtigkeit als bei der niedrigeren Temperatur. Das wärmere Gas kann also mehr Feuchtigkeit
15 aufnehmen als das kältere Gas.

Die absolute Feuchtebeladung des Konditioniergases, insbesondere der Konditionierluft, wird in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform unterhalb von oder höchstens bei 0,006, also 6 g Wasser auf 1 kg oder 1000 g Trockengas,
20 gehalten ($X \leq 0,006$). Dies gilt für die Konditionierung des Abkühlprozessbereiches, aber vorzugsweise auch bei den genannten Konditionierungen zusätzlicher Prozessbereiche.

Diese maximale absolute Feuchtebeladung $X = 0,006$ als absoluter Grenzwert
25 entspricht einem Grenzwert des relativen Wassergehalts oder der relativen Feuchte von 30 % bei 25 °C oder 20 % bei 32 °C oder 10 % bei 45 °C. Hinsichtlich des eingestellten relativen oder absoluten Wassergehalts ist in der Regel auf den Eintritt des Konditioniergases in den Prozessbereich abzustellen, da das Konditioniergas im Allgemeinen im Prozessbereich wieder Feuchtigkeit
30 aufnimmt. Bei diesen Trocknungsgraden oder niedrigen Wassergehalten des Konditioniergases wird der Wassergehalt der Atmosphäre an der Oberfläche der Formkörper so weit vermindert, dass eine Korrosion einer Glasoberfläche in dem konditionierten Prozessbereich praktisch ganz vermieden wird.

In einer besonders vorteilhaften Ausführungsform zum Trocknen des Konditioniergases, das heißt zum Entziehen von Feuchtigkeit aus dem Konditioniergas, wird mittels eines Kältekreislaufes oder einer Kältemaschine Kälte erzeugt und mit der erzeugten Kälte Feuchte aus dem Konditioniergas auskondensiert
5 zur Trocknung des Konditioniergases (Kältetrocknung, Kondensationstrocknung). Zur Trocknung des Konditioniergases besonders verwendbare Kältemaschinen sind Kompressionskältemaschinen und/oder Absorptionskältemaschinen.

10 Kältemaschinen führen Wärme von einem zu kühlenden Bereich an einen Abgabebereich ab. Dazu wird bei den meisten Kältemaschinen ein Kältemittel in einem Verdampfer, der in Wärmeaustausch zu dem zu kühlenden Bereich steht, verdampft und dadurch dem zu kühlenden Bereich die für die Verdampfung des Kältemittels notwendige Wärme oder Verdampfungsenthalpie entzogen. An-
15 schließend wird das Kältemittel in einem Kondensator oder Verflüssiger, der mit dem Abgabebereich in Wärmeaustausch steht, die der Verdampfungsenthalpie entsprechende Wärme wieder freigesetzt und an den Abgabebereich abgegeben. Das verflüssigte Kältemittel wird dann wieder dem Verdampfer zugeführt und der Kreislauf beginnt von vorn. Da im Allgemeinen die Temperatur
20 im Abgabebereich höher ist als im zu kühlenden Bereich, ist zur Überwindung dieses negativen Temperaturgradienten Betriebsenergie für die Kältemaschine erforderlich.

Bei einer Kompressionskältemaschine wird, in der Regel mit elektrischer Betriebsenergie, ein Verdichter oder Kompressor betrieben, der den Dampf des
25 Kältemittels aus dem Verdampfer absaugt und verdichtet und dann dem Kondensator zuführt. Durch den derart erhöhten Druck im Kältemitteldampf wird dessen Verflüssigung ermöglicht, wobei sowohl die Wärmeenergie gemäß der Verdampfungsenthalpie als auch die Kompressionsenergie im Kondensator an
30 den Abgabebereich abgegeben wird. Über eine Drosselstrecke für den Druckaufbau im Kondensator beim Verdichten wird das kondensierte Kältemittel wieder dem Verdampfer zurückgeführt.

Bei einer Absorptionskältemaschine ist ein Absorberkreislauf vorgesehen, in dem eine Flüssigkeit oder Gas als Kältemittel in einer (anderen) Flüssigkeit als Lösungsmittel in einem Absorber absorbiert und dann wieder von dieser in einem Kocher oder Austreiber durch Zuführen von Wärme als thermischer Betriebsenergie getrennt oder desorbiert wird, beispielsweise ein System aus Lithiumbromid als Lösungsmittel und Wasser als Kältemittel oder ein System aus Wasser als Lösungsmittel und Ammoniak als Kältemittel. Das Kältemittel hat eine niedrigere Verdampfungs- oder Siedetemperatur als das Lösungsmittel. Es wird der im Verdampfer erzeugte Kältemitteldampf dem Absorber zugeführt und im Lösungsmittel absorbiert. Über eine Lösungspumpe wird die Lösung aus Lösungsmittel und Kältemittel zu dem Kocher gepumpt. Dort wird das Kältemittel aus der Lösung durch die Wärmezufuhr ausgetrieben und der ausgetriebene Kältemitteldampf wird dem Kondensator zugeleitet und dort verflüssigt unter Abgabe von Wärme an die Umgebung des Kondensators. Das flüssige Kältemittel gelangt nun wieder zurück zum Verdampfer.

Es wird nun im Allgemeinen in den zu kühlenden oder gekühlten Bereich der Kältemaschine das zu trocknende Konditioniergas gebracht und in Wärmeaustausch zu dem Verdampfer gebracht, beispielsweise in einem Wärmetauscher, der in eine Zuleitung für das Konditioniergas geschaltet ist. Das auskondensierte und an Wänden sich niederschlagende Wasser wird insbesondere in einem Kondensatsammler gesammelt und regelmäßig oder kontinuierlich abgepumpt. Das noch in Form von Tröpfchen in dem Konditioniergas mitgeführte auskondensierte Wasser wird vorzugsweise in einem an sich bekannten Tröpfchenabscheider abgeschieden und das dabei entstehende Kondensatwasser ebenfalls entfernt.

Anschließend wird das getrocknete Konditioniergas vorzugsweise wieder auf eine gewünschte Konditioniertemperatur erwärmt, beispielsweise in einem weiteren Wärmetauscher oder einer Heizeinrichtung, der bzw. die in die Zuleitung für das Konditioniergas geschaltet ist.

Zusätzlich oder alternativ ist auch eine Trocknung des Konditioniergases durch Adsorbieren oder Absorbieren oder Aufnahme von Wasserdampf an einem adsorbierenden, absorbierenden oder hygroskopischen Material, z.B. Silica, und anschließendes Regenerieren oder Austreiben insbesondere mittels einer Regenerationseinrichtung, die vorzugsweise die Prozessabwärme als Heizenergie
5 nutzt, möglich.

Es können auch verschiedene Trocknungsarten kombiniert werden, beispielsweise eine Trocknung mit Absorptionskältemaschine(n) als Grundlast und eine
10 zusätzliche Trocknung mit Kompressionskältemaschine(n) und/oder hygroskopischem Material zur weiteren oder Nachtrocknung.

Für die technische Betrachtung, welche Energien notwendig sind, um die Feuchte in dem Konditioniergas zu verändern, ist eine maßgebliche Größe die
15 Enthalpie h des feuchten Gases, die sich aus der Enthalpie h_g des trockenen Gases und der Enthalpie h_d des Dampfes zusammensetzt. Die Enthalpie h_g des trockenen Gases entspricht näherungsweise dem Produkt aus der Temperatur T und der spezifischen Wärme c_g des Trockengases. Die Enthalpie h_d des Dampfes entspricht näherungsweise der Summe aus dem Produkt aus Temperatur T
20 und der spezifischen Wärme c_d des Dampfes einerseits und zusätzlich der Verdampfungsenthalpie andererseits.

In der Praxis benutzt man sehr häufig das sogenannte Mollier-Diagramm, in dem die Enthalpie h des feuchten Gases, üblicherweise feuchte Luft, über dessen Feuchtebeladung X aufgetragen wird, wobei auf zwei orthogonalen Achsen
25 des Diagramms auf der Abszisse die Feuchtebeladung X und auf der Ordinate auch die Temperatur T abgelesen werden kann. Es sind Isothermen ausgehend von den entsprechenden Temperaturwerten auf der Ordinate als Geraden mit mit der Temperatur zunehmender Steigung eingezeichnet. Ferner enthält das Mollier-Diagramm Isenthalpen, die nach rechts unten verlaufende parallele Ge-
30 raden mit der Steigung der negativen Verdampfungsenthalpie sind, sowie außerdem konvex gekrümmte Parameterkurven gleicher relativer Feuchte φ , wobei die Sättigungskurve für $\varphi = 100\%$ am Weitesten unten liegt und oberhalb

dieser Sättigungskurve die Kurven für $\phi < 100 \%$, also das Gebiet der Untersättigung und unterhalb das Gebiet der Übersättigung oder Nebelgebiet liegen.

Im Mollier-Diagramm kann man insbesondere anschaulich nachvollziehen, welche Temperaturdifferenz und welche Energie oder Leistung erforderlich sind, um, beispielsweise in einem Kältekreislauf, eine gewünschte Reduzierung der Feuchtebeladung X des Konditioniergases zu erreichen und damit eine entsprechende relative Feuchte im Konditioniergas zu erreichen.

In der bevorzugten Ausführungsform, bei der als Konditioniergas Umgebungsluft verwendet wird, die aus einer Umgebung angesaugt und in einem Filter von Fremdstoffen gereinigt wurde, kann man dem Mollier-Diagramm die verschiedenen Anwendungsfälle, insbesondere folgendes Zahlenbeispiel, entnehmen:

Enthält die Umgebungsluft zunächst eine relative Feuchte $\phi = 60 \%$ bei einer Temperatur von 30°C , was im Sommer eine mögliche Atmosphärenbedingung ist, so ist die (absolute) Feuchtebeladung X der feuchten Luft etwa $0,017$ oder $17 \text{ g Wasser auf } 1 \text{ kg trockene Luft}$.

Will man nun diese absolute Feuchtigkeit auf $0,006$, also $6 \text{ g Wasser auf } 1 \text{ kg Luft}$, reduzieren, so wird man die Luft auf ca. $6,5^\circ\text{C}$ abkühlen und nach Abführen des auskondensierten Wassers wieder auf die ursprüngliche Temperatur von 30°C erwärmen, ohne neue Feuchtigkeit zuzulassen. Die absolute Feuchte X beträgt dann (weiterhin) $0,006$ und die relative Feuchte ϕ erniedrigt sich auf etwa 24% . Die für diesen Prozess erforderliche Enthalpie beträgt etwa 27 kJ/kg , so dass eine entsprechende Wärmemenge von mindestens $27 \text{ kJ pro kg feuchter Luft der Kältemaschine zur Verfügung gestellt werden muss}$.

Geht man in einem weiteren Beispiel von einer Umgebungslufttemperatur von 35°C und einer relativen Umgebungsluftfeuchte von $\phi = 65 \%$ aus, entsprechend einer Feuchtebeladung von ungefähr $X = 0,024$, so wäre bei der

gleichen Trocknung auf eine absolute Feuchte von $X = 0,006$ eine Enthalpiedifferenz von 73 kJ/kg erforderlich.

Der Volumenstrom des Konditioniergasstromes, insbesondere der Umgebungsluft, kann typischerweise zwischen 10.000 und 500.000 m³/h gewählt werden.

Die erforderliche Kälteleistung zum Entfeuchten einer vorgegebenen Luftmenge berechnet sich gemäß der Beziehung, dass die Kälteleistung dem Produkt aus Dichte der Luft, der Enthalpie(differenz) und dem Volumenstrom ist. Bei dem
10 vorgenannten Beispiel einer Entfeuchtung der Luft von einer Feuchtebelastung $X = 0,024$ auf $X = 0,006$ wäre beispielsweise bei einem Volumenstrom von 10.000 m³/h eine Kälteleistung von 0,24 MW, bei einem Volumenstrom von 100.000 m³/h eine Kälteleistung von 2,43 MW, bei einem Volumenstrom von 250.000 m³/h eine Kälteleistung von 6,08 MW und bei einem Volumenstrom
15 von 500.000 m³/h eine Kälteleistung von 12,16 MW erforderlich.

Um diese vor allem bei höheren Luftmengen doch sehr hohen Kälteleistungen ökonomisch sinnvoll zur Verfügung stellen zu können, wird in einer besonders vorteilhaften Ausführungsform eine Wärmerückgewinnung von Prozessabwärme aus dem Schmelzprozess und/oder dem Formprozess und/oder dem Abkühlprozess betrieben. Vorzugsweise wird die Prozessabwärme als Betriebsenergie für den Kältekreislauf oder die Kältemaschine(n) zur Kondensationstrocknung des Konditioniergases genutzt, beispielsweise direkt als Wärmeenergie bei den Absorptionskältemaschinen oder den Regenerationsheizeinrichtungen
20 oder durch generatorische Umwandlung in elektrische Energie für die Kompressionskältemaschinen.

Das Konditionieren eines oder des Prozessbereiches und/oder das Leiten oder Strömen von Konditioniergas über den oder die Formkörper kann in
30 allen Ausführungsformen kontinuierlich, d.h. im Wesentlichen ohne Unterbrechungen, oder auch diskontinuierlich, d.h. mit Unterbrechungen oder in einzelnen Konditionierintervallen oder Konditionierphasen, erfolgen.

Insbesondere ist es möglich, einen oder mehrere Formkörper in einem Behälter oder Container oder einer Umhüllung, beispielsweise einer, vorzugsweise geschrumpften, Kunststofffolie, gasdicht zu verschließen oder zu versiegeln und die Gasatmosphäre in dem Behälter oder der Umhüllung vorab zu trocknen oder auf einen niedrigen absoluten oder relativen Feuchtegehalt, insbesondere entsprechend den vorgenannten Grenzwerten bei der Konditionierung, einzustellen. Dies ist besonders für den Transport der Formkörper auch über längere Strecken von Vorteil. Gegebenenfalls kann die Atmosphäre im Behälter oder der Umhüllung auch hin und wieder ausgetauscht oder neu konditioniert werden, um eventuell eingedrungene Feuchtigkeit zu entfernen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels eines/einer komplett konditionierten Flachglas-Herstellungs-Prozesses bzw. -Anlage auf Basis des Float-Glas-Verfahrens weiter erläutert. Dabei wird auf die einzige Figur Bezug genommen, in der ein Gesamtprozess/eine Gesamtanlage in einer schematischen Prinzipskizze gezeigt ist.

Eine Gemengezuführeinrichtung 2 führt ein Gemenge aus mineralischen Glasrohstoffen einem Rauschmelzbereich 30 einer Glasschmelzeinrichtung (oder: Glasschmelzwanne) 3 zu. In dem Rauschmelzbereich 30 wird das Gemenge zu einer Rauschmelze geschmolzen. In einem nachfolgenden Blankschmelzbereich 31 der Glasschmelzeinrichtung 3 wird die Glasschmelze (Blankschmelze) geläutert. Die heißen Abgase A aus der Glasschmelzeinrichtung 3, insbesondere dem Blankschmelzbereich 31, werden über eine Abgasabführeinrichtung 32, die insbesondere Rohrleitungen und/oder einen Kamin umfasst, nach außen in eine Umgebung abgeleitet.

Die geläuterte Glasschmelze wird aus dem Blankschmelzbereich 31 der Schmelzeinrichtung 3 nun einem Float-Bad, insbesondere einem Zinnbad, 4 zugeführt. Dabei wird die Glasschmelze auf das flüssige Metall, insbesondere Zinn, ausgegossen und bereitet sich in Form eines Bandes oder einer Schicht auf dem Bad aus. Während die Temperatur beim Schmelzprozess in der Glas-

schmelzeinrichtung 3 noch beispielsweise 1100 °C bis 1400 °C beträgt, liegen die Temperaturen im Float-Bad 4 noch bei 1000°C am Eingang und ca. 600°C bis 700°C am Ausgang.

- 5 Das gebildete viskose Glasband wird von dem Float-Bad 4 abgezogen und durch eine Abkühleinrichtung 7 geführt. Dabei durchläuft das Glasband zunächst einen Kühllofen 5 und anschließend eine Kühlstrecke 6 der Abkühleinrichtung 7. Im Kühllofen 5 wird eine indirekte Kühlung über Abgabe von Wärmestrahlung an Wärmetauscher mit einem Sekundärkühlkreislauf durchgeführt.
- 10 In der Kühlstrecke 6 wird durch direkt auf das Glasband geleitete Kühlluft gekühlt.

Am Ende der Kühlstrecke 6 ist eine nicht dargestellte Trenneinrichtung vorgesehen, mit der aus dem Glasband einzelne Glasrohscheiben, typischerweise mit

15 den Abmaßen 5 m auf 5 m, herausgeschnitten werden. Die Glasrohscheiben werden anschließend in einem Glaslager 8 gelagert. Aus dem Glaslager 8 werden die Glasrohscheiben oder bereits den endgültigen Maßen angepasste zugeschnittene Scheiben einer Beschichtungsanlage 9, insbesondere eine Magnetron-Beschichtungsanlage, einer Glasveredlung oder anderen Glasverarbeitung

20 oder auch einer Verbundsicherheitsglas(VSG)- und/oder Isolierglasanlage 11 zugeführt.

Die Abgase A, die aus der Glasschmelzeinrichtung 3 in die Abgasabführeinrichtung 32 austreten, enthalten noch eine beträchtliche Wärmemenge Q oder Abwärme. Diese Abwärme Q wird im Rahmen einer Abwärmerückgewinnung zur

25 Prozessluftkonditionierung an verschiedenen Prozessorten verwendet.

An einem ersten Wärmeabzweig 33 der Abgasabführeinrichtung 32 wird eine erste Abwärmemenge Q1 aus der Abwärme Q abgezweigt und zur Vorerwärmung der Verbrennungsluft für die Brenner der Glasschmelzeinrichtung 3, die

30 insbesondere dem Rauschmelzbereich 30 zugeordnet sind, verwendet. Dazu wird die Wärmemenge Q1 über den Wärmeabzweig 33, insbesondere über

Wärmetauscher oder Rekuperatoren, einer Verbrennungsluftvorwärmanrichtung 14 zugeführt.

Die restliche Wärmemenge der Wärmemenge Q_1 wird einer Gemengevorwärmanrichtung 13 zugeführt, die das Gemenge in der Gemengezuführeinrichtung 2 vorwärmt und dazu ebenfalls Wärmetauscher oder Rekuperatoren umfasst. Es ist natürlich auch möglich, für die Gemengevorwärmanrichtung 13 einen gesonderten Wärmeabzweig vorzusehen.

10 An einem weiteren Wärmeabzweig 34 an der Abgasabführeinrichtung 32 wird eine zweite Wärmemenge Q_2 aus der vom Abgas A transportierten verbliebenen Wärmemenge $Q - Q_1$ ausgekoppelt und einer Kälteerzeugungseinrichtung 15 zugeführt, die mittels wenigstens einer Absorptionskältemaschine aus der Abwärme Q_2 Kälte erzeugt. Diese Kälte wird über eine erste Kälteleitung 40
15 einer ersten Kondensationstrocknungseinrichtung 16 und über eine zweite Kälteleitung 41 einer zweiten Kondensationstrocknungseinrichtung 17 zugeführt.

In den Kondensationstrocknungseinrichtungen 16 und 17 wird Umgebungsluft U mittels der von der Kälteerzeugungseinrichtung 15 zugeführten Kälte durch
20 Auskondensieren der in ihr enthaltenen Feuchte auf eine vorgegebene absolute Feuchte oder Feuchtebeladung getrocknet.

Die von der ersten Kondensationstrocknungseinrichtung 16 getrocknete Luft UT wird nun über eine Luftzuführung 50 der Gemengezuführeinrichtung 2 zugeführt zum Konditionieren, insbesondere Trocknen oder Einstellen eines vorbestimmten Trocknungsgrades, des Gemenges.
25

Die zweite Kondensationstrocknungseinrichtung 17 führt getrocknete Umgebungsluft UT über eine Luftzuführung 51 dem Rauschmelzbereich 30 der Glas
30 schmelzeinrichtung 3 zu, über eine weitere Luftzuführung 52 dem Blankmelzbereich 31 sowie über eine dritte Luftzuführung 53 dem Float-Bad 4. Dazu werden in der Regel oberhalb und/oder seitlich zur Glasschmelze bzw. dem Glasband Luftauslässe angeordnet, durch die konditionierte Umgebungs-

luft UT eingeleitet und auf die Glasschmelze oder das Glasband im Float-Bad 4 geleitet wird zur Konditionierung der Glasschmelze oder des Glases, insbesondere Halten der Feuchtigkeit unterhalb eines bestimmten Wertes.

5 Über einen dritten Wärmeabzweig 35 an der Abgasabführeinrichtung 32 wird von der verbliebenen Restwärme $Q - Q_1 - Q_2$ im Abgas A eine dritte Wärmemenge Q_3 abgezweigt, die einer Konditioniereinrichtung 18 zugeführt wird. In der Konditioniereinrichtung 18 wird aus der Abwärme Q_3 mittels wenigstens einer Absorptionskältemaschine Umgebungsluft U getrocknet, in dem wieder
10 die von der Absorptionskältemaschine mittels der Abwärme Q_3 als Betriebsenergie erzeugte Kälte zum Auskondensieren von Wasser genutzt wird. Die konditionierte oder getrocknete Umgebungsluft UT wird über eine erste Luftzuführung 54 dem Kühllofen 5 zugeführt und über das durch den Kühllofen 5 laufende Glasband während des Kühlprozesses geleitet. Ferner wird die getrocknete Umgebungsluft UT über eine zweite Luftzuführung 55 auch in die
15 Kühlstrecke 6 eingeleitet und dort ebenfalls über das durchlaufende Glasband geleitet.

An einem weiteren Wärmeabzweig 26 der Abgasabführeinrichtung 32 wird nun
20 aus der Restwärme $Q - Q_1 - Q_2 - Q_3$ eine weitere Wärmemenge Q_4 abgezweigt, mittels der in einer Konditioniereinrichtung 19 wieder aus der Umgebungsluft U durch Kondensationstrocknung mittels wenigstens einer Absorptionskältemaschine getrocknete Umgebungsluft UT erzeugt wird und diese über eine Luftzuführung 56 dem Glaslager 8 zugeführt wird. Insbesondere werden Luft-
25 auslässe im Bereich der Glasstapel zur gezielten Befächerung einzelner Glasstapel mit getrockneter Luft UT angeordnet.

In einem weiteren Wärmeabzweig 37 der Abgasabführeinrichtung 32 wird nun aus der verbliebenen Restwärme $Q - Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4$ eine fünfte Wärmemenge Q_5 abgezweigt, die in einer weiteren Konditioniereinrichtung 20 zum
30 Trocknen von Umgebungsluft U durch Auskondensieren von Wasser mittels einer weiteren Absorptionskältemaschine verwendet wird. Die getrocknete Umgebungsluft UT der weiteren Konditioniereinrichtung 20 kann nun über eine

Luftzuführung 57 der Beschichtungseinrichtung 9 und/oder eine weitere Luftzuführung 58 der Glasveredlung oder Glasverarbeitung 10 und/oder über eine Luftzuführung 59 der Verbundsicherheitsglas- und/oder Isolierglasanlage 11 zugeführt werden zur Konditionierung dieser Glasweiterverarbeitungseinrichtungen mit trockner Prozessluft.

Die verbliebene Abwärme $Q' = Q - Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_4 - Q_5$ wird nun von der Abgasabführeinrichtung 32 im Abgas A nach außen abgeführt.

- 10 Die Wärmeabzweige umfassen im Allgemeinen Wärmeübertragungskreisläufe mit Übertragungsmedien, beispielsweise Wasser oder Gas, und ggf. Pumpen und/oder Wärmetauscher und bilden eine Abwärmeübertragungseinrichtung zum Übertragen der Abwärmen Q_1 bis Q_5 .
- 15 In dem gezeigten Ausführungsbeispiel sind die Absorptionskältemaschinen zum Trocknen der Luft jeweils in der Nähe des zu konditionierenden Prozessbereiches angeordnet, da die Abwärmemengen Q_1 bis Q_5 über längere Strecken mit einem höheren Wirkungsgrad zu transportieren sind als die Kälte der Absorptionskältemaschinen sowie auch als die getrocknete Umgebungsluft UT unter
20 Beibehaltung des eingestellten Feuchtigkeitsgrades. Es wäre aber natürlich auch möglich, unter entsprechenden Isolationsmaßnahmen, auch die Kälte und/oder die getrocknete Umgebungsluft UT über längere Strecken durch die Prozessanlage zu transportieren.
- 25 Die absolute Restfeuchte in der getrockneten Umgebungsluft UL wird bei allen Konditioniereinrichtungen vorzugsweise auf höchstens 6 Gramm (maximal 11 Gramm) Wasser auf 1 Kilogramm Trockenluft eingestellt, kann aber wenigstens zum Teil auch unterschiedlich eingestellt werden.
- 30 Durch die in der Figur gezeigte Konditionierung des Glases während der gesamten Herstellung vom Gemenge in der Gemengezuführeinrichtung 2 über die Schmelze in der Glasschmelzeinrichtung 3, das erstarrende Glasband im Float-Bad 4 und das abkühlende Glasband in der Kühleinrichtung 7 sowie die fertigen

Glasformkörper oder -scheiben im Glaslager 8 sowie in der Weiterverarbeitung 9, 10 oder 11 wird die Feuchtigkeit an dessen Oberfläche immer gering gehalten, so dass das Glas nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen kann. Dadurch wird die Korrosion des Glases infolge der Einwirkung von Wasser gegenüber den
5 aus dem Stand der Technik bekannten Prozessen deutlich reduziert.

In der Ausführungsform gemäß der Figur wird die praktisch komplette Prozessluftkonditionierung eines Flachglasprozesses gezeigt. Es ist selbstverständlich auch möglich, nur einen Teil dieser Prozessluftkonditionierungen vorzunehmen, insbesondere nur im Abkühlbereich der Abkühleinrichtung 7, also dem
10 Kühllofen 5 und/oder der Kühlstrecke 6. Außerdem können auch jedem Prozessbereich 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 jeweils eine zugehörige Kälteerzeugungseinrichtung und/oder Konditioniereinrichtung zum Konditionieren dieses Prozessbereiches mit Prozessluft zugeordnet sein oder einzelne Kälteerzeugungseinrichtungen und/oder Konditioniereinrichtungen unterschiedliche Kombina-
15 tionen von Prozessbereichen als dargestellt mit konditionierter Luft versorgen.

Für den Herstellungsprozess an sich, insbesondere dessen Prozessstufen oder Prozessbereiche 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10 und 11, kann jede bekannte Ausführungs-
20 form, insbesondere gemäß dem eingangs erwähnten Stand der Technik, und auch prinzipiell jede zukünftige Ausführungsform verwendet werden. Die Konditionierung gemäß der Erfindung ist einsetzbar und kompatibel mit jedem bekannten Float-Glas-Verfahren, jedoch auch mit anderen Glasherstellungsprozessen sowie auch mit Stahlherstellungsprozessen oder dergleichen.

Bezugszeichenliste

	2	Gemengezuführeinrichtung
	3	Glasschmelzeinrichtung
5	4	Float-Bad
	5	Kühlofen
	6	Kühlstrecke
	7	Kühleinrichtung
	8	Glaslager
10	9	Beschichtungsanlage
	10	Glasverarbeitung
	11	Verbundsicherheitsglasanlage
	13	Gemengevorwärmeinrichtung
	14	Verbrennungsluftvorwärmeinrichtung
15	15	Kälteerzeugungseinrichtung
	16	Kondensationstrocknungseinrichtung
	17	Kondensationstrocknungseinrichtung
	18	Konditioniereinrichtung
	19	Konditioniereinrichtung
20	20	Konditioniereinrichtung
	26	Wärmeabzweig
	30	Schmelzbereich
	31	Blankeschmelzbereich
	32	Abgasabführeinrichtung
25	33	Wärmeabzweig
	34	Wärmeabzweig
	35	Wärmeabzweig
	36	Wärmeabzweig
	40	Kälteleitung
30	41	Kälteleitung
	50	Luftzuführung
	51	Luftzuführung

	52	Luftzuführung
	53	Luftzuführung
	54	Luftzuführung
	55	Luftzuführung
5	56	Luftzuführung
	57	Luftzuführung
	58	Luftzuführung
	59	Luftzuführung
	A	Abgas
10	U	Umgebungsluft
	UT	konditionierte Umgebungsluft
	Q, Q'	Wärmemenge
	Q1 bis Q5	Wärmemenge

Patentansprüche

1. Verfahren zum Konditionieren wenigstens eines Teilbereichs eines Abkühlprozessbereichs, in dem während eines Abkühlprozesses wenigstens ein in einem Formprozess, vorzugsweise aus einer Schmelze, geformter Formkörper, insbesondere aus Glas oder Stahl, gemäß einem vorgegebenen oder vorgebbaren Temperaturverlauf abgekühlt wird, wobei thermisch bedingte mechanische Spannungen im Formkörper gering gehalten werden, mit den folgenden Verfahrensschritten:
 - 5 a) Leiten wenigstens eines Konditioniergases über wenigstens eine im Beisein von Wasser korrodierbare Oberfläche des Formkörpers zumindest während eines Teils des Abkühlprozesses,
 - b) Einstellen des absoluten Wassergehalts im Konditioniergas in einen Bereich bis höchstens einen vorgegebenen oder vorgebbaren, vorzugsweise einer maximal tolerierten Erhöhung des Korrosionsgrades des Formkörpers während des Abkühlprozesses angepassten, Grenzwert
15 zumindest beim Eintritt des Konditioniergases in den Abkühlprozessbereich und/oder beim Auftreffen des Konditioniergases auf die Oberfläche des Formkörpers.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem der Abkühlprozessbereich einen Kühlofen und/oder eine Kühlstrecke umfasst und das Konditioniergas wenigstens in einem Teilbereich des Kühlofens und/oder der Kühlstrecke dem Formkörper zugeführt wird.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, bei dem das Konditioniergas durch einen Bereich innerhalb des Abkühlprozessbereichs geleitet wird, der von einem oberflächennahen Bereich des Formkörpers einerseits bis zu dem gesamten Abkühlprozessbereich andererseits gewählt ist.
30

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem als Konditioniergas Luft oder ein Gas mit einer der Zusammensetzung von Luft wenigstens annähernd entsprechenden Zusammensetzung verwendet wird.
5
5. Verfahren nach Anspruch 4, bei dem als Konditioniergas Umgebungsluft aus einer Umgebung außerhalb des Abkühlprozessbereichs und/oder aus einer Außenumgebung außerhalb eines den Abkühlprozessbereich umgebenden Gebäudes verwendet wird, wobei die
10 Umgebungsluft vorzugsweise angesaugt und dann gefiltert wird.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem trockenes Konditioniergas auch für einen Verbrennungsprozess zum Verbrennen, insbesondere Oxidieren, von Brennstoff zum
15 Erhitzen der Rohstoffe beim Schmelzprozess verwendet wird, insbesondere Brennern zum Verbrennen des Brennstoffes zugeleitet wird.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem trockenes Konditioniergas über eine Oberfläche der Schmelze
20 geleitet wird.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem trockenes Konditioniergas während wenigstens eines Teils des Formprozesses über wenigstens eine Oberfläche des oder der Formkörper(s) geleitet wird.
25
9. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem trockenes Konditioniergas während wenigstens eines Teils eines, insbesondere auf den Abkühlprozess folgenden, Lagerprozesses und/oder Transportprozesses zum Lagern bzw. Transportieren des
30 Formkörpers über wenigstens eine Oberfläche des oder der Formkörper(s) geleitet wird.

10. Verfahren einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem trockenes Konditioniergas während wenigstens eines Teils eines, insbesondere auf den Abkühlprozess oder den Lagerprozess oder den Transportprozess folgenden, Weiterverarbeitungsprozesses und/oder
5 Behandlungsprozesses zum Weiterverarbeiten und/oder Behandeln des Formkörpers, insbesondere eines Beschichtungs- oder Veredelungsprozesses zum Beschichten bzw. Veredeln des Formkörpers und/oder eines Prozesses zum Herstellen eines Verbundkörpers mit wenigstens einem Formkörper, über wenigstens eine Oberfläche des oder der Formkörper(s) geleitet wird.
10
11. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem trockenes Konditioniergas über oder durch den oder die Rohstoff(e) vor dem Schmelzprozess geleitet wird.
15
12. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
a) der Grenzwert für den absoluten Wassergehalt im Konditioniergas etwa 0,006 oder 6 g Wasser in 1 kg Konditioniertrockengas beträgt
20 und/oder
b) bei dem die relative Feuchte von Wasser im Konditioniergas in einem Bereich bis höchstens 30 Prozent bei einer Temperatur von 25 °C, bis höchstens 20 Prozent bei einer Temperatur von 32 °C und/oder höchstens 10 Prozent bei einer Temperatur von 45 °C gehalten wird.
25
13. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
a) der absolute Wassergehalt des Konditioniergases durch Auskondensieren von Wasser aus dem Konditioniergas eingestellt wird,
30 b) das Konditioniergas zum Auskondensieren des Wassers mittels wenigstens einer Kältemaschine abgekühlt wird, insbesondere an einem Ver-

dampfer der Kältemaschine Wärme zum Verdampfen von Kältemittel abgibt.

- 5 14. Verfahren nach Anspruch 13, bei dem das Konditioniergas mittels wenigstens einer Absorptionskältemaschine abgekühlt wird.
15. Verfahren nach Anspruch 13 oder Anspruch 14, bei dem das Konditioniergas mittels wenigstens einer Kompressionskältemaschine abgekühlt wird.
- 10 16. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 13 bis 15, bei dem das Konditioniergas nach dem Abkühlen und Auskondensieren des Wassers zum Einstellen der relativen Feuchte wieder erwärmt wird.
- 15 17. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem
- a) das Konditioniergas durch Aufnahme von Wasserdampf an einem absorbierenden, adsorbierenden oder hygroskopischen Material, z.B. Silica, getrocknet wird und
- 20 b) das absorbierende absorbierende oder hygroskopische Material, insbesondere regelmäßig oder kontinuierlich, durch Austreiben oder Desorbieren des Wassers regeneriert wird.
- 25 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, bei dem das Konditioniergas nacheinander oder gleichzeitig durch eine Kombination aus zwei oder mehreren der folgenden Trocknungsarten
- a) Auskondensieren von Wasser durch Abkühlen mittels einer Absorptionskältemaschine,
- 30 b) Auskondensieren von Wasser durch Abkühlen mittels einer Kompressionskältemaschine und

- c) Aufnahme an oder in einem absorbierenden, adsorbierenden oder hygroskopischen Material getrocknet wird.
- 5 19. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die mittlere Strömungsgeschwindigkeit der oder jeder Konditioniergasströmung zwischen etwa 5 m/s und etwa 20 m/s eingestellt wird.
- 10 20. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Konditioniergasströmung im Wesentlichen stationär (zeitunabhängig) ist.
- 15 21. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als weitere Konditioniergröße die Reinheit des Konditioniergases eingestellt wird, insbesondere durch Filtern.
- 20 22. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als weitere Konditioniergröße die Zusammensetzung des Konditioniergases eingestellt wird, insbesondere ein höherer Anteil von Inertgas, insbesondere Kohlendioxid, Stickstoff oder einem Edelgas, beispielsweise Argon, eingestellt wird.
- 25 23. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem als weitere Konditioniergröße die Temperatur des Konditioniergases gesteuert oder geregelt wird, insbesondere in einem Temperaturbereich zwischen 5 °C und einer Prozesstemperatur im Prozessbereich.
- 30 24. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Konditioniergas nur einmal im Prozess verwendet

wird und nach Verwendung im Prozess an eine Umgebung abgeführt wird.

25. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Konditioniergas in einem Kreislauf geführt und bei
5 jedem Durchlauf nach Verwendung im Prozess getrocknet wird.
26. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem wenigstens ein Prozessbereich im Wesentlichen kontinuierlich konditioniert wird.
10
27. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem wenigstens ein Prozessbereich im Wesentlichen diskontinuierlich konditioniert wird.
15
28. Verfahren nach einem oder mehreren der vorhergehenden Ansprüche, bei dem einer oder mehrere Formkörper, insbesondere für einen Transport, in einem Behälter oder einer Umhüllung gasdicht eingeschlossen oder versiegelt werden oder sind und in dem Behälter oder
20 der Umhüllung eine trockene oder getrocknete Gasatmosphäre eingestellt wird oder der absolute oder relative Wassergehalt in der Gasatmosphäre unterhalb eines oder des vorgenannten vorgegebenen Grenzwertes gehalten oder eingestellt wird.
- 25 29. Verfahren zum Herstellen von Formkörpern, bei dem
- a) in einem Schmelzprozess wenigstens ein Rohstoff in die Schmelze überführt wird,
 - b) aus der Schmelze in einem Formprozess wenigstens ein Formkörper geformt wird,
 - 30 c) der oder jeder Formkörper in wenigstens einem Abkühlprozessbereich abgekühlt wird,

- d) der Abkühlprozessbereich wenigstens in einem Teilbereich gemäß einem Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 28 konditioniert wird,
- 5 30. Verfahren nach Anspruch 29 zum Herstellen von Formkörpern aus Glas, bei dem Glasrohstoffe in eine Glasschmelze überführt werden.
31. Verfahren nach Anspruch 30, bei dem die Glasschmelze auf ein flüssiges Trägermedium, insbesondere flüssiges Metall, vorzugsweise Zinn, aufgebracht wird und sich ein flacher Formkörper in Form einer Schicht oder eines Bandes aus Glas auf der Oberfläche des flüssigen Trägermediums bildet.
- 10 32. Verfahren nach Anspruch 31, bei dem der flache Formkörper von dem Trägermedium abtransportiert und dem Abkühlprozess oder der Abkühlanlage zugeführt wird.
- 15 33. Verfahren nach Anspruch 29, bei dem im Schmelzprozess Stahlrohstoffe in eine Stahlschmelze überführt werden und Formkörper aus Stahl hergestellt werden.
- 20 34. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 29 bis 33, bei dem ein kontinuierlicher Formkörper hergestellt wird oder kontinuierlich aus der Schmelze der Formkörper erzeugt wird und der Formkörper im Anschluss an den Abkühlprozess in einzelne Formkörper zertrennt wird.
- 25 35. Vorrichtung zum Konditionieren wenigstens eines Teilbereichs eines Abkühlprozessbereichs, in dem während eines Abkühlprozesses wenigstens ein in einem Formprozess, vorzugsweise aus einer Schmelze, geformter Formkörper gemäß einem vorgegebenen oder vorgebbaren Temperaturverlauf abgekühlt wird, wobei thermisch bedingte mechani-
- 30

sche Spannungen im Formkörper gering gehalten werden, insbesondere zum Durchführen eines Verfahrens nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 34, umfassend

- 5 a) wenigstens eine Trocknungseinrichtung zum Trocknen wenigstens eines Konditioniergases derart, dass die absolute Feuchtebelastung des Konditioniergases bei höchstens einen vorgegebenen oder vorgebbaren, vorzugsweise einer maximal tolerierten Erhöhung des Korrosionsgrades des Formkörpers während des Abkühlprozesses angepassten, Grenzwert, der vorzugsweise 0,006 beträgt, liegt,
 - 10 b) sowie wenigstens eine Konditioniereinrichtung zum Leiten von getrocknetem Konditioniergas von der wenigstens einen Trocknungseinrichtung zu dem Abkühlprozessbereich.
36. Vorrichtung nach Anspruch 35, bei der wenigstens eine Konditioniereinrichtung getrocknetes Konditioniergas über wenigstens eine
15 Oberfläche, insbesondere eine bei Anwesenheit von Wasser korrodierbare Oberfläche, des oder der Formkörper(s) leitet.
37. Vorrichtung nach Anspruch 35 oder Anspruch 36, bei der das Konditioniergas Luft oder ein konditioniertes Gas mit einer der Zusammensetzung von Luft wenigstens annähernd entsprechenden Zusammensetzung umfasst.
20
38. Vorrichtung nach Anspruch 37, bei der wenigstens eine Konditioniereinrichtung als Konditioniergas Umgebungsluft aus einer Umgebung außerhalb jedes Schmelzofens, jeder Formeinrichtung und jeder Abkühleinrichtung und ggf. jedes Lagers ansaugt und vorzugsweise nach dem Ansaugen filtert und dann der wenigstens einen Trocknungseinrichtung zuführt.
25
39. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 35 bis 38, bei der wenigstens eine Trocknungseinrichtung eine Kondensationstrock-
30

5 nungseinrichtung ist und wenigstens eine Kältemaschine zum Abkühlen von Konditioniergas und Auskondensieren von Wasser aus dem Konditioniergas umfasst, wobei insbesondere wenigstens ein Verdampfer der Kältemaschine mit dem Konditioniergas in Wärmeaustausch steht und das Konditioniergas Wärme zum Verdampfen von Kältemittel der Kältemaschine abgibt.

10 40. Vorrichtung nach Anspruch 39, bei der wenigstens eine Trocknungseinrichtung wenigstens eine Absorptionskältemaschine zum Abkühlen von Konditioniergas umfasst.

41. Vorrichtung nach Anspruch 38 oder Anspruch 39, bei der wenigstens eine Trocknungseinrichtung wenigstens eine Kompressionskältemaschine zum Abkühlen von Konditioniergas umfasst.

15 42. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 35 bis 41, bei der

20 a) wenigstens eine Trocknungseinrichtung, insbesondere an einem Rotor angeordnetes, Absorbierendes oder hygroskopisches Material, z.B. Silica, umfasst zum Absorbieren oder zur Aufnahme von Wasserdampf aus dem Konditioniergas und

b) ferner einen Regenerationseinrichtung zum Regenerieren des Absorbierenden oder hygroskopischen Materials oder Austreiben oder Desorbieren des Wassers umfasst.

25 43. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 35 bis 42 mit einer Heizeinrichtung zum Aufheizen des Konditioniergases nach dem Abkühlen und Auskondensieren des Wassers.

30 44. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 35 bis 43, bei der wenigstens eine Konditioniereinrichtung

a) Zuleitmittel zum Zuleiten von Konditioniergas und

- b) wenigstens eine in dem Abkühlprozessbereich angeordnete oder mündende Austrittsöffnung als Austritt für das Konditioniergas umfassen,
- c) wobei die Zuleitmittel mit der wenigstens einen Austrittsöffnung in
5 Strömungsverbindung stehen oder bringbar sind.

